

**PENGARUH PLASMA NITROKARBURASI TERHADAP
TERBENTUKNYA SENYAWA, KEKERASAN DAN KEAUSAN
PADA PERMUKAAN TITANIUM MURNI KOMERSIAL**



**Disusun Sebagai Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata I Pada
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Disusun Oleh:

DICKY ADITYA SEPTARICOV

D 200 130 019

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2019**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH PLASMA NITROKARBURASI TERHADAP
TERBENTUKNYA SENYAWA, KEKERASAN DAN KEAUSAN
PADA PERMUKAAN TITANIUM MURNI KOMERSIAL**

PUBLIKASI ILMIAH

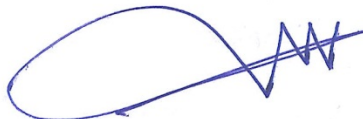
Oleh:

DICKY ADITYA SEPTARICOV

D200130019

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

**Dosen
Pembimbing**



Agung Setyo Darmawan, ST, MT.

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH PLASMA NITROKARBURASI TERHADAP
TERBENTUKNYA SENYAWA, KEKERASAN DAN KEAUSAN
PADA PERMUKAAN TITANIUM MURNI KOMERSIAL**

OLEH :

DICKY ADITYA SEPTARICOV

D200130019

**Telah Dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada Hari Rabu, 31 Juli 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji:

**1. Agung Setyo Darmawan, ST, MT.
(Ketua Dewan Penguji)**

(.....)

**2. Ir. Sunardi Wiyono, MT.
(Anggota I Dewan Penguji)**

(.....)

**3. Wijianto, ST., M.Eng. Sc.
(Anggota II Dewan Penguji)**

(.....)

Dekan,



Dr. H. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.

NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 21 Agustus 2019

Penulis



DICKY ADITYA SEPTARICOV

D200130019

PENGARUH PLASMA NITROKARBURASI TERHADAP TERBENTUKNYA SENYAWA, KEKERASAN DAN KEAUSAN PADA PERMUKAAN TITANIUM MURNI KOMERSIAL

Abstrak

Perkembangan teknologi yang maju pada saat ini, membutuhkan material-material yang berkualitas baik, khususnya material yang berbahan dasar logam. Sifat-sifat mekanik material logam seperti : kekerasan, kekuatan, ketangguhan dan keausan yang selalu berhubungan dengan senyawa yang terbentuk pada material tersebut. Hal ini mendorong perlunya penelitian serta pengembangan teknologi, akan perubahan senyawa yang terbentuk pada material yang berbahan dasar logam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi perbandingan komposisi gas N_2 dan CH_4 (1:1, 1:2, 1:3 dan 1:4) dengan waktu 4 jam, serta dengan temperature 450 °C, dan tekanan gas 1,6 mBar terhadap senyawa yang terbentuk, kekerasan dan ketahanan aus pada permukaan titanium murni komersial sebelum dan sesudah proses plasma nitrokarburasi. Dari hasil pengujian didapat nilai kekerasan awal (raw material) 105,75 VHN, dengan proses plasma nitrokarburasi optimum selama 4 jam, temperature 450 °C dan tekanan 1,6 mBar naik menjadi 236,32 VHN, mengalami peningkatan 111 %. Sedangkan pada uji kekerasan cross section titik yang paling mendekati permukaan memiliki kekerasan yang hampir sama dengan permukaannya dan mengalami penurunan kekerasan pada titik yang dibawahnya. Pada pengujian keausan yang awalnya sebesar $4,468 \times 10^{-8} \text{ mm}^2/\text{kg}$ mengalami penurunan menjadi sebesar $6,140 \times 10^{-9} \text{ mm}^2/\text{kg}$. Perubahan tersebut terjadi karena terbentuknya senyawa TiN dan TiC pada permukaan titanium murni komersial setelah diproses plasma nitrokarburasi.

Kata Kunci : Plasma, Nitrokarburasi, Titanium, Senyawa

Abstract

The development of advanced technology at this time requires good quality materials, especially metal-based materials. Mechanical properties of metal materials such as: hardness, strength, toughness and wear which are always associated with formed compounds in the which material. This encourages the need for research and development of technology, will change the formed compounds in metal surface. This study aims to determine the effect of variations in the composition ratio of gas N_2 and CH_4 (1:1, 1:2, 1:3 and 1:4) with duration time of 4 hours, temperatures of 450 °C, and gas pressure of 1,6 mBar to formed compounds, hardness and wear resistance on the surface of commercially pure titanium before and after the nitrocarburizing plasma process. From the test results the value of initial material (raw material) was 105.75 VHN, with the optimum plasma nitrocarburation process for 4 hours, temperature of 450 °C and pressure of 1,6 mBar up to 236.32 VHN, experiencing an

increase of 111%. Where as in the cross section hardness test the closest point to the surface has almost the same hardness as the surface and experiences a decrease in hardness at the point below. At the wear test the initial $4,468 \times 10^{-8} \text{ mm}^2/\text{kg}$ decreases to $6,140 \times 10^{-9} \text{ mm}^2/\text{kg}$. These changes occur because of the formation of TiN and TiC compounds on the surface of commercially pure titanium after nitrocarburation plasma processing.

Keywords: Plasma, Nitrocarburation, Titanium, Compounds

1. PENDAHULUAN

Perkembangan kehidupan manusia yang semakin maju serta teknologi yang ikut berkembang pesat diharap akan semakin memudahkan kehidupan manusia. Segala kebutuhan manusia tidak lepas dari unsur logam, karena itu hampir semua alat yang digunakan oleh manusia terbuat dari unsur logam. Tetapi semakin berkembangnya teknologi, timbul usaha untuk memperbaiki sifat – sifat dari logam tersebut. Yaitu dengan merubah sifat mekanik maupun sifat fisiknya. Salah satu logam yang banyak digunakan oleh manusia adalah logam titanium. Titanium murni mempunyai kelemahan yaitu tidak tahan gesekan dan mudah tererosi karena tingkat kekerasan permukaannya yang rendah, sekalipun dengan mereduksi ukuran partikel pada material titanium akan meningkatkan ketangguhannya (Windajanti dkk, 2017).

Dalam penggunaannya titanium akan sering bergesekan dengan bahan atau material yang lain, apabila itu terjadi maka akan terjadi keausan. Adanya gesekan akan menyebabkan terjadinya kerusakan berupa hilangnya material dari permukaan benda, yang dinamakan keausan. Keausan yang lebih besar akan terjadi pada benda yang kekerasannya lebih rendah. Gesekan antar permukaan juga akan menimbulkan panas yang juga mempengaruhi keausan, karena dalam kajian material disebutkan bahwa kekerasan material akan berkurang seiring meningkatnya temperatur (Hasri & Kaelani, 2014).

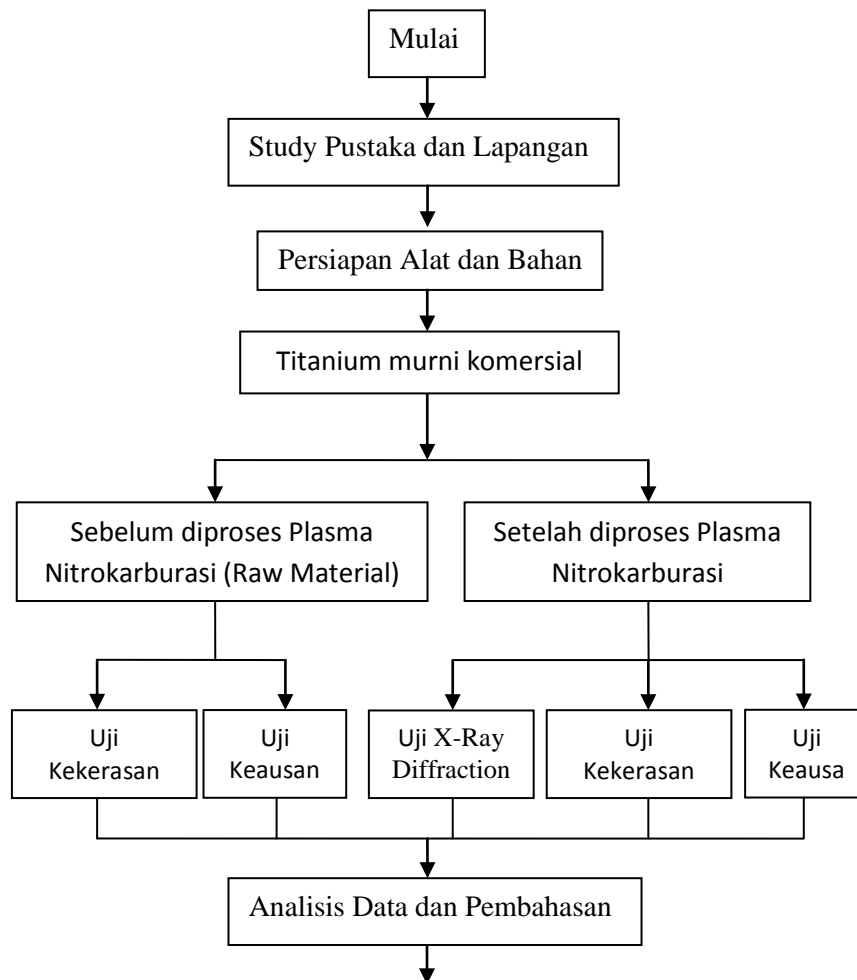
Perlakuan permukaan merupakan upaya untuk mengubah sifat permukaan material dan tidak merubah sifat material pada bagian dalamnya. Proses plasma nitrokarburasi merupakan salah satu proses perlakuan permukaan (*surface treatment*)

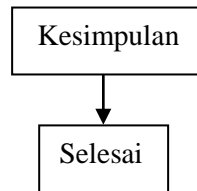
yang dapat meningkatkan kualitas permukaan bahan dengan biaya yang lebih efisien (Sunarto, 2010).

2. METODE

Untuk merubah sifat fisik dan mekanik titanium murni komersial maka dilakukan penelitian dengan proses plasma nitrokarburasi. Penelitian ini menggunakan mesin plasma nitrokarburasi dengan komposisi gas N_2 dan CH_4 (1:1, 1:2, 1:3, dan 1:4) dengan temperatur 450 °C dan tekanan 1,6 mBar yang dilakukan di BATAN Yogyakarta.

Penelitian ini telah dilakukan dan melalui beberapa tahapan sesuai dengan diagram alir di bawah ini:





Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1 Alat dan Bahan

Sebelum penelitian dilakukan, perlu ada persiapan alat dan bahan yang akan digunakan selama penelitian. Dalam penelitian ini menggunakan beberapa alat, yaitu:

1. Mesin CNC Milling
2. Mesin Bubut
3. Mesin Poles dan Amplas
4. Mesin Pencuci Ultrasonik
5. Mesin Plasma Nitrokarburasi



Gambar 2. Mesin Plasma Nitrokarburasi

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah titanium murni komersial yang telah dipotong dan dihaluskan permukaannya.



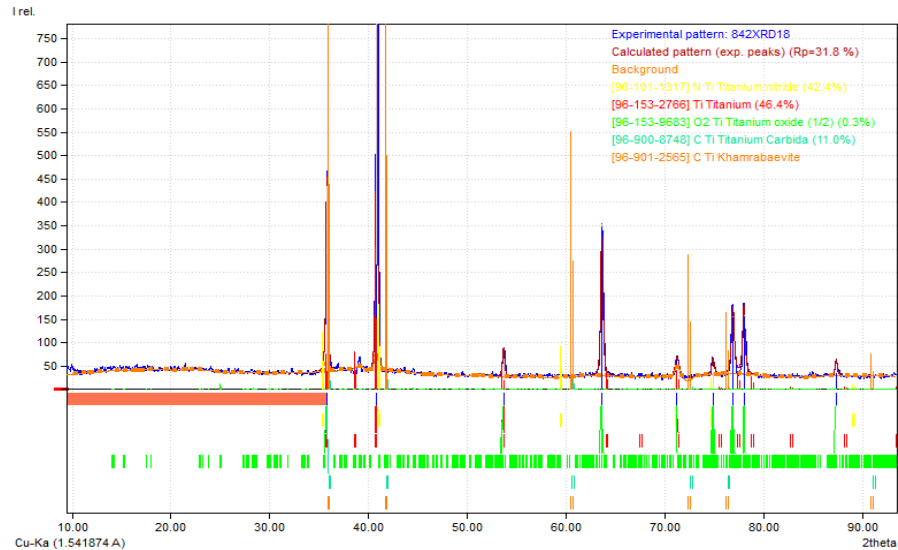
Gambar 3. Material Titanium Untuk Uji X-ray Diffraction dan Kekerasan Vickers

Gambar 4. Material Titanium Untuk Uji Keausan

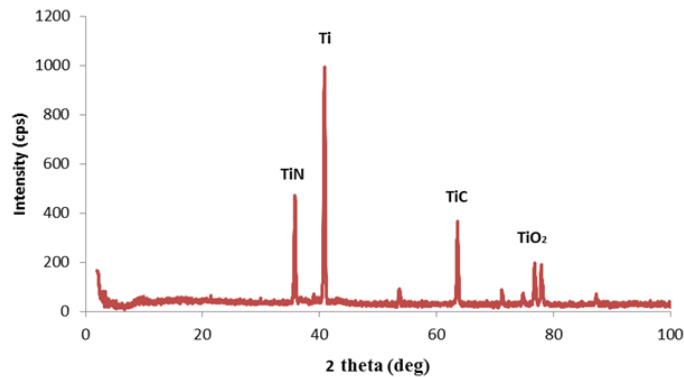
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Uji X-ray Diffraction

Hasil pengujian x-ray diffraction yang dilakukan di Laboratorium Fakultas MIPA Universitas Negeri Yogyakarta. Pengujian x-ray diffraction dilakukan pada komposisi gas N_2 dan CH_4 1:3, mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Wicaksono (2018) dengan mesin dan variasi yang sama, diketahui bahwa perbandingan gas N_2 dan CH_4 1:3 merupakan hasil optimum dengan nilai kekerasan tertinggi jika dibandingkan dengan variasi komposisi gas N_2 dan CH_4 lainnya. Hasil pengujian ini diolah dengan menggunakan software macth3 dan disederhanakan dengan microsoft excel.



Gambar 5. Hasil Pengujian X-ray Diffraction



Gambar 6. Hubungan intensitas (cps) dengan 2θ (deg).

Hasil pengujian x-ray diffraction menunjukkan bahwa pada permukaan titanium murni komersial setelah proses plasma nitokarbursasi terbentuk titanium nitrida (TiN) sebesar 42,4 %, titanium oksida (TiO₂) sebesar 0,3 %, titanium karbida (TiC) sebesar 11,0 % dan senyawa titanium murni (Ti) sebesar 46,4 %.

3.2 Hasil Uji Kekerasan Vickers

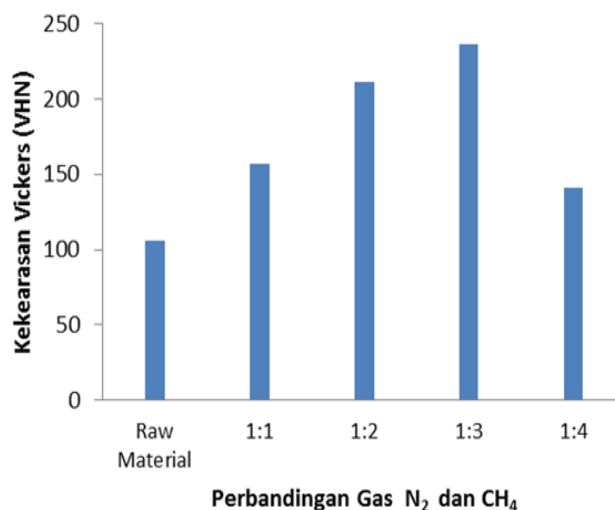
Pengujian kekerasan menggunakan metode vickers dengan pembebanan 10 gram dan waktu pembebanan 10 detik. Pengujian kekerasan vickers dilakukan di BATAN Yogyakarta. Nilai kekerasan pada *raw material* atau titanium murni komersial

sebelum diproses plasma nitrokarburasi akan dibandingkan dengan nilai kekerasan titanium murni komersial yang sudah dilakukan proses plasma nitrokarburasi.

Pengujian kekerasan vickers dilakukan pada permukaan yang terkena proses plasma nitrokarburasi dan pada sisi samping *cross section* untuk mengetahui kedalaman difusi dari proses plasma nitrokarburasi.

Tabel 1. Pengaruh Variasi Perbandingan Komposisi Gas N_2 dan CH_4 Pada Proses Plasma Nitrokarburasi Terhadap Kekerasan.

| No | Komposisi gas N_2 dan CH_4 | Temperatur ($^{\circ}C$) | P (gf) | d_1 (μm) | d_2 (μm) | d (μm) | Kekerasan Vickers (VHN) | Perbandingan kekerasan sebelum dan setelah proses |
|----|--------------------------------|----------------------------|--------|-------------------|-------------------|---------------|-------------------------|---|
| 1 | Raw material | - | 10 | 1,95 | 1,04 | 4,18 | 105,75 | - |
| 2 | 1:1 | 450 | 10 | 1,6 | 1,82 | 3,43 | 156,76 | 1 : 1,482 |
| 3 | 1:2 | 450 | 10 | 1,38 | 1,58 | 2,96 | 211,12 | 1 : 1,996 |
| 4 | 1:3 | 450 | 10 | 1,30 | 0,70 | 2,8 | 236,32 | 1 : 2,434 |
| 5 | 1:4 | 450 | 10 | 1,69 | 1,93 | 3,62 | 140,78 | 1 : 1,33 |



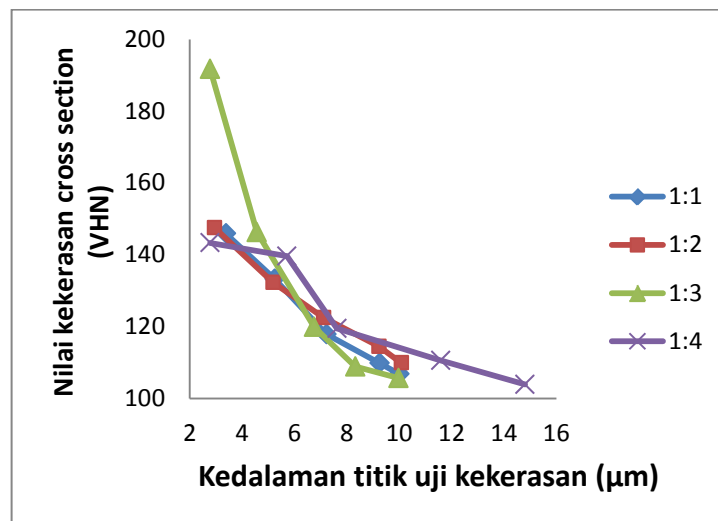
Gambar 7. Hubungan kekerasan vickers dengan perbandingan gas N_2 dan CH_4

Pengujian kekerasan *cross section* dilakukan pada lima titik dimulai dari titik yang paling mendekati permukaan atau sisi samping paling atas sampai menuju

pertengahan sisi, sehingga mencapai kekerasan yang menyerupai kekerasan pada *raw* material.

Tabel 2. Hasil uji kekerasan *cross section* setelah proses plasma nitrokarburasi pada setiap variasi komposisi gas N_2 dan CH_4 .

| No | Posisi titik uji kekerasan | Kekerasan Vickers pada setiap komposisi gas N_2 dan CH_4 (VHN) | | | |
|----|----------------------------|--|-------|-------|-------|
| | | 1 : 1 | 1 : 2 | 1 : 3 | 1 : 4 |
| 1 | Titik ke 1 | 145,9 | 147,5 | 191,7 | 143,3 |
| 2 | Titik ke 2 | 133,3 | 132,3 | 146,3 | 139,6 |
| 3 | Titik ke 3 | 117,9 | 122,5 | 119,8 | 119,5 |
| 4 | Titik ke 4 | 109,8 | 114,6 | 108,9 | 110,6 |
| 5 | Titik ke 5 | 106,8 | 109,9 | 105,7 | 103,9 |



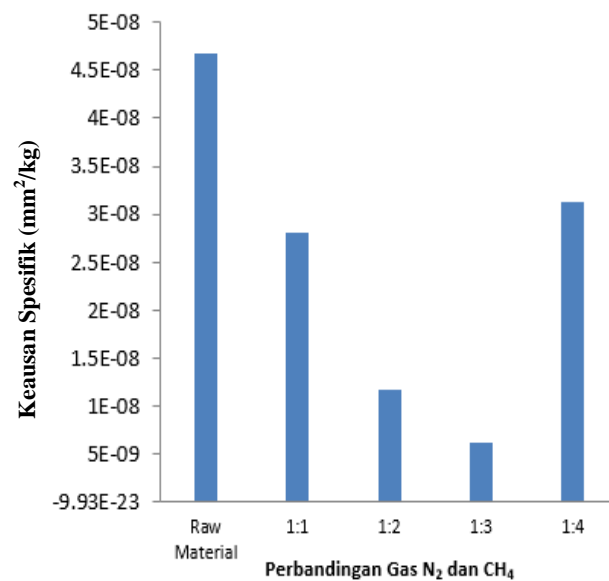
Gambar 8. Hubungan kekerasan vickers dengan posisi titik pengujian kekerasan cross section.

3.3 Hasil Pengujian Keausan

Pengujian keausan dilakukan dengan menggunakan substrat yang sudah diuji keras, karena pada dasarnya tujuan peningkatan kekerasan permukaan adalah untuk meningkatkan lamanya waktu pemakaian.

Tabel 3. Hasil keausan sebelum proses plasma nitrokarburasi dan sesudah proses plasma nitrokarburasi.

| No | Material | Hasil Keausan (mm ² /kg) |
|----|---------------------|-------------------------------------|
| 1 | <i>Raw Material</i> | $4,468 \times 10^{-8}$ |
| 2 | Perbandingan 1 : 1 | $2,812 \times 10^{-8}$ |
| 3 | Perbandingan 1 : 2 | $1,176 \times 10^{-8}$ |
| 4 | Perbandingan 1 : 3 | $6,140 \times 10^{-9}$ |
| 5 | Perbandingan 1 : 4 | $3,122 \times 10^{-8}$ |



Gambar 9. Hubungan uji keausan sebelum dan sesudah proses plasma nitrokarburasi.

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

Penelitian tentang pengaruh parameter perbandingan komposisi gas (N₂ : CH₄), dengan variasi waktu, temperatur dan tekanan yang tetap pada proses plasma nitrokarburasi terhadap senyawa yang terbentuk, kekerasan dan ketahanan aus

permukaan titanium murni komersial telah dilaksanakan. Berdasarkan analisa data dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Senyawa yang terbentuk pada permukaan titanium murni komersial setelah proses plasma nitrokarburasi adalah (TiN) sebesar 42,4 %, titanium oxide (TiO₂) sebesar 0,3 %, titanium karbida (TiC) sebesar 11,0 % dan senyawa titanium murni (Ti) sebesar 46,4 %.
2. Plasma nitrokarburasi dapat meningkatkan kekerasan pada permukaan titanium murni komersial. Dari perbandingan komposisi gas N₂:CH₄ diperoleh kekerasan optimum pada perbandingan 1:3 dan pada kekerasan arah kedalaman, semakin dalam maka nilai kekerasannya menurun sampai menyerupai kekerasan pada raw material.
3. Plasma nitrokarburasi dapat meningkatkan ketahanan aus pada permukaan titanium murni komersial. Dari perbandingan komposisi gas N₂:CH₄, diperoleh ketahanan aus optimum pada perbandingan 1:3.

4.2 Saran

Pada penelitian ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat beberapa kekurangan variasi. Oleh sebab itu, penulis memberikan saran untuk penelitian selanjutnya diharapkan menambah variasi pada proses plasma nitrokarburasi. Untuk pengujian *x-ray diffraction* (XRD) perlu dilakukan dengan semua variasi, tidak hanya pada hasil optimum pada proses plasma nitrokarburasi. Perlu ditambahkan pengujian SEM & EDS untuk mengetahui komposisi dan struktur mikro pada titanium murni komersial setelah proses plasma nitrokarburasi. Uji ketahanan korosi juga perlu ditambahkan untuk mengetahui pengaruh proses plasma nitrokarburasi pada titanium murni komersial terhadap ketahanan korosi.

DAFTAR PUSTAKA

Hasri dan Kaelani. 2016. *Studi Eksperimen Dan Analisa Keausan Journal Bearing Dry Contact Pada Rotary Valve Mesin Pembuat Pasta*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

- Sunarto, (2010). *Pengaruh Surface Treatment Metoda Plasma Nitriding Terhadap Kekerasan Dan Ketahanan Aus Pahat Bubut Bahan Baja Kecepatan Tinggi*. Jurusan Teknik Mesin. Politeknik Negeri Semarang.
- Wicaksono, Iqbal. 2018. *Modifikasi komposisi dan struktur mikro dengan plasma nitrokarburasi untuk meningkatkan kekerasan dan ketahanan aus titanium murni komersial*. Jurusan teknik mesin. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Windajanti, J. M., 2017. *Pembentukan Titanium Nitrida (TiN) Dengan Proses Nitriding Pada Titanium Murni Menggunakan Plasma Densitas Tinggi*. Jurnal Rekayasa Mesin Vol.8, No.2, pp. 83 – 90.